



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA  
DEPARTAMENTO DE GEOCIÊNCIAS  
BACHARELADO EM GEOGRAFIA**

**ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DO RISCO À DESERTIFICAÇÃO NO AUTO CURSO  
DO RIO PARAÍBA/PB A PARTIR DAS MODIFICAÇÕES NA CAATINGA**

**Eini Celly Morais Cardoso**

**João Pessoa – PB  
Novembro de 2016**

**Eini Celly Moraes Cardoso**

**ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DO RISCO À DESERTIFICAÇÃO NO AUTO CURSO  
DO RIO PARAÍBA/PB A PARTIR DAS MODIFICAÇÕES NA CAATINGA**

**Artigo científico apresentado ao Curso de Bacharelado em Geografia da Universidade Federal da Paraíba, em cumprimento às exigências para a obtenção do título de Bacharel em Geografia.**

**Orientador:** Prof. Dr. Bartolomeu Israel de Souza  
**Co-orientador:** Msc. Glauciene Justino Ferreira da Silva.

**João Pessoa – PB  
Novembro de 2016**

ANEXO 4



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAIBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA  
COORDENAÇÃO DOS CURSOS DE GEOGRAFIA

PARECER DO TCC

Tendo em vista que o aluno (a) Eini Celly Inácio Cardoso  
(X) cumpriu ( ) não cumpriu os itens da avaliação do TCC previstos no artigo 25º da  
Resolução CCG/CCEN/UFPB N. 01/2016 somos de parecer (X) favorável ( )  
desfavorável à aprovação do TCC intitulado: Análise espaço-temporal  
do risco à desertificação no Alto Curso do rio  
Paraíba/PB, a partir das modificações efetuadas  
na Catinga.

Nota final obtida: 9,5

João Pessoa, 22 de novembro de 2016.

BANCA EXAMINADORA:

Bartolomeu J. de Souza

Professor Dr. Bartolomeu Israel de Souza  
(Professor Orientador - CCEN/ UFPB)

Glauciene Justino Ferreira da Silva

Msc Glauciene Justino Ferreira da Silva  
(Co-Orientadora)

Eduardo Rodrigues Viana de Lima

Professor Dr. Eduardo Rodrigues Viana de Lima  
(Membro Interno)

Thereza Rachel Rodrigues Monteiro

Msc Thereza Rachel Rodrigues Monteiro  
(Membro Externo)



# Análise Espaço-Temporal do risco à desertificação no Alto Curso do Rio Paraíba/PB a partir das modificações na Caatinga

---

**Eini Celly Moraes Cardoso**

*Universidade Federal da Paraíba*

## **Resumo**

O processo de desertificação é um tipo de degradação ambiental passível de ocorrer nas zonas de clima seco de todo o mundo, como resultado da existência de determinados usos dos solos e as intensidades com que estes ocorrem. Esse trabalho teve o objetivo analisar espaço-temporalmente o risco à desertificação no Alto Curso do rio Paraíba, tendo como parâmetro as modificações na caatinga. Foram feitas análises em imagens de satélite da série LandSat dos anos 1989, 2005 e 2013, além de levantamentos fitossociológicos em uma área preservada e outra degradada para fins de comparação de diversidade e estratos dominantes na APA do Cariri em 2015. Os resultados demonstraram um progressivo aumento do risco à desertificação, em função da diminuição da cobertura vegetal, enquanto as análises fitossociológicas apresentaram um quadro diferenciado entre a vegetação menos antropizada e a área degradada.

**Palavras-chave:** Caatinga, Uso e Ocupação do solo, Desmatamento, Mapeamento.

## **Abstract**

The desertification process is a kind of environmental degradation likely to happen in dry climates around the world, as a result of the existence of certain soil uses and the intensities with which they occur. This work aimed to accomplish the temporal especial analysis the risk to desertification in the Upper Paraíba River Course, taking as a parameter the changes made in the Caatinga. Analyses were made through satellite images of the LandSat series from the years 1989, 2005 and 2013, as well as phytosociological surveys in a preserved and a degraded areas, for the purpose of comparing diversity and dominant strata in the two current situations in the Cariri APA. The results showed a progressive increase in the area of very serious risk of desertification due to the decrease of vegetation cover, while the phytosociological analysis showed a marked difference between the vegetation considered preserved and the degraded area.

**Keywords:** Caatinga, Use and occupation of soil, Deforestation, Mapping.



## INTRODUÇÃO

A Caatinga foi por muito tempo rotulada pelo senso comum como sendo um bioma com baixo endemismo e baixa diversidade biológica. Apesar dos esforços de vários grupos de pesquisas, empenhados em desconstruir a ideia de homogeneidade da Caatinga, ainda existe uma lacuna muito grande quanto ao conhecimento a respeito da sua biodiversidade, contribuindo deste modo, para ser um dos biomas menos protegidos, por conseguinte, um dos mais ameaçados, uma vez que não se conserva aquilo que não se conhece, assim como afirma Castro (2003).

Mas para que serve mesmo a preservação da biodiversidade? Conforme Maia (2012,p.22)

A natureza nos mostra que a grande quantidade de diferentes plantas e animais e as inúmeras interações entre eles proporciona ao sistema grande estabilidade, a qual permite a permanência da vida, mesmo enfrentando situações catastróficas, como acontece nas grandes secas.

Do ponto de vista da formação vegetal, suas florestas – levando-se em consideração que a caatinga é um bioma originalmente florestal, tal como vem sendo aceito mais recentemente em nível internacional (OLIVEIRA FILHO et al.2006; PENNINGTON et al., 2000; PRADO, 2000) – constituem um suporte fundamental à sociedade, sobretudo a partir dos produtos e serviços ofertados, a exemplo da regulação do clima, formação dos solos, proteção das bacias hidrográficas, sequestro do carbono, entre outros.

Entretanto, se este bioma vem perdendo biomassa em função da degradação da vegetação, respectivamente os produtos e serviços também estão sendo subtraídos, reduzindo a capacidade de regeneração natural destas áreas, influenciando na sustentabilidade das suas populações rurais. Este decréscimo da cobertura vegetal da caatinga está intrinsicamente relacionado a um sistema agropastoril e de extrativismo incompatíveis com a capacidade de recuperação natural da vegetação (CASTRO,2003).

O termo risco tem sido bastante difundido por diversas áreas da ciência e ramos do conhecimento. Na Geografia, estes estudos vêm sendo, em grande número, aplicados como subsidiários no desenvolvimento de políticas públicas e da qualidade de vida no campo e nas cidades. É no quadro das relações natureza/sociedade e suas traduções espaciais, que a Geografia dá a sua contribuição para os estudos do risco.

Segundo Veyret (2007, p.11), o risco é um objeto social, por traduzir-se numa percepção de uma crise potencial, de acidente ou de catástrofe, de maneira que, só há risco se houver uma “população ou indivíduo que o perceba e que poderia sofrer seus efeitos”.

Os fatores de risco são diversos, podendo ser de origem de processos naturais e/ou intensificadas em razão das consequências das atividades humanas. Entretanto, por muito tempo, os desastres naturais foram encarados apenas como fatalidades. Em pleno século XXI, alguns atores sociais ainda persistem em responsabilizar a natureza pelas crises e desastres, pois entendido como acaso, pouco ou nada pode ser feito. Porém, os avanços científicos alertam cada vez mais, que “não é somente a natureza que engendra riscos maiores, é em primeiro lugar, a ciência e a técnica.” (VEYRET, 2007, p. 15).

O risco à desertificação é dentre os riscos ambientais, decorrente da combinação complexa dos riscos naturais, agravados ou provocados por determinados tipos de usos e ocupação do solo, conforme observa Veyret (2007). Embora o termo desertificação seja relativamente recente, de acordo com Hare et al. (1992), esta não se configura como uma experiência nova para a humanidade, aliás, o que há de novo é reconhecimento de que se trata não mais de um problema limitado a um determinado território, mas sim um problema de dimensão global, sendo mais perceptível pela parcela da população inserida nas áreas sujeitas a este processo.

Para a convenção das Nações Unidas de Combate a Desertificação (CCD), desertificação corresponde a um processo que se origina a partir da degradação das terras áridas, semiáridas e subúmidas secas, como produto de diversos fatores, dentre eles, as variações climáticas e as atividades humanas. Quanto ao entendimento da degradação da terra pelo referido documento, representa a degradação dos solos, dos recursos hídricos, da vegetação e da biodiversidade, implicando na redução da qualidade de vida das populações, afetadas pela combinação de tais fatores (BRASIL, 2004).

No Brasil, de acordo com o Instituto Nacional do Semiárido (INSA), a área semiárida possui extensão de 980.133.079 km<sup>2</sup>, onde vivem cerca de 23,5 milhões de habitantes, o equivalente a 34% da população do Nordeste e 12% da população do Brasil, sendo uma das mais densamente habitadas do mundo. Boa parte da população rural desta região possui baixos indicadores socioeconômicos e baixo nível tecnológico no desempenho das atividades agropecuárias e extrativistas. Conforme constata Sampaio *et al.* (2005), somados estes aos fatores físicos limitantes, a exemplo dos fatores climáticos, como as “precipitações anuais baixas e muito variáveis, no espaço e no tempo, e evapotranspirações permanentemente altas”, esta região do país vem acumulando degradação ambiental há cerca de 300 anos.

Muitas ações do Estado tem papel fundamental neste processo, pois a capacidade de reposta institucional diante do risco à desertificação ainda é bastante insipiente. Diferentemente do gerenciamento das crises ou desastres, o risco “exige ser integrado às escolhas de gestão, às políticas de organização dos territórios, às práticas econômicas. Neste caso, a prevenção constitui o coração da análise” (VEYRET, 2007, p. 12).

Diante do exposto, entende-se que a melhor forma de encarar a desertificação, é não tratá-la como um perigo raro, ou algo improvável de ocorrer, mas reconhecê-

la como um processo em curso, admitindo ser uma ameaça possível, pois conforme Dagnino e Carpi Junior (2007, p.57) “a probabilidade do perigo aumenta com a convicção bem assente de sua impossibilidade”. Como sinalizador de problemas ambientais, o risco não pode ser entendido como um prognóstico do perigo iminente, assim como observa Brüseke (1997, p. 124-125, apud Dagnino e Carpi Junior, 2007, p. 56), mas sim como um caráter de alerta que convence por argumentos “a imaginação de movimentos lineares que levam impreterivelmente à catástrofe, ou pelo menos a um dano irreparável”, caso medidas de prevenção não sejam tomadas.

A construção do risco à desertificação é uma medida necessária para evitar à sua deflagração, precisando para isto, ser encarado como um sistema complexo, o qual se configura, conforme Gomes e Vitte (2010), numa contraposição ao paradigma da ordem, estabilidade e equilíbrio da ciência moderna. Deste modo, nas pesquisas dos riscos ambientais, a contribuição da Geografia é dada pela abordagem do espaço geográfico a partir das relações existentes entre as dinâmicas naturais e as ações humanas.

A identificação e o monitoramento do risco a desertificação podem ter como aliado técnicas de geoprocessamento e diversos procedimento computacionais já mencionados na literatura, empregados e avaliados nos diferentes ambientes semiáridos. É na principal figura do Geoprocessamento, o Sistema de Informação Geográfica (SIG), onde são acomodados e integrados o conhecimento geográfico geral e o particular, ambos essenciais para os estudos dos riscos ambientais.

Diante do exposto, justifica-se a necessidade do estudo do risco à desertificação na bacia hidrográfica do Alto Curso do Rio Paraíba-PB, por esta extensão territorial estar susceptível à desertificação e por ser uma das unidades físico-territoriais de extrema importância para a Paraíba, sobretudo para o abastecimento de água.

Este trabalho foi desenvolvido em conjunto com o Grupo de Estudos do Semiárido (GESA) da Universidade Federal da Paraíba, tendo como objetivo geral analisar espaço-temporalmente o risco à desertificação no Alto Curso do Rio Paraíba/PB, a partir de modificações na caatinga entre as décadas de 1980 à 2010, utilizando técnicas de Sensoriamento Remoto, com vistas a subsidiar intervenções voltadas à preservação de remanescentes vegetais e a recuperação de áreas degradadas. Como objetivos específicos, foram analisados levantamentos fitossociológicos referente à quantidade, variedade e os estratos da vegetação para efeito comparativo entre uma área degradada e outra preservada na Área de Preservação Permanente (APA) do Cariri.

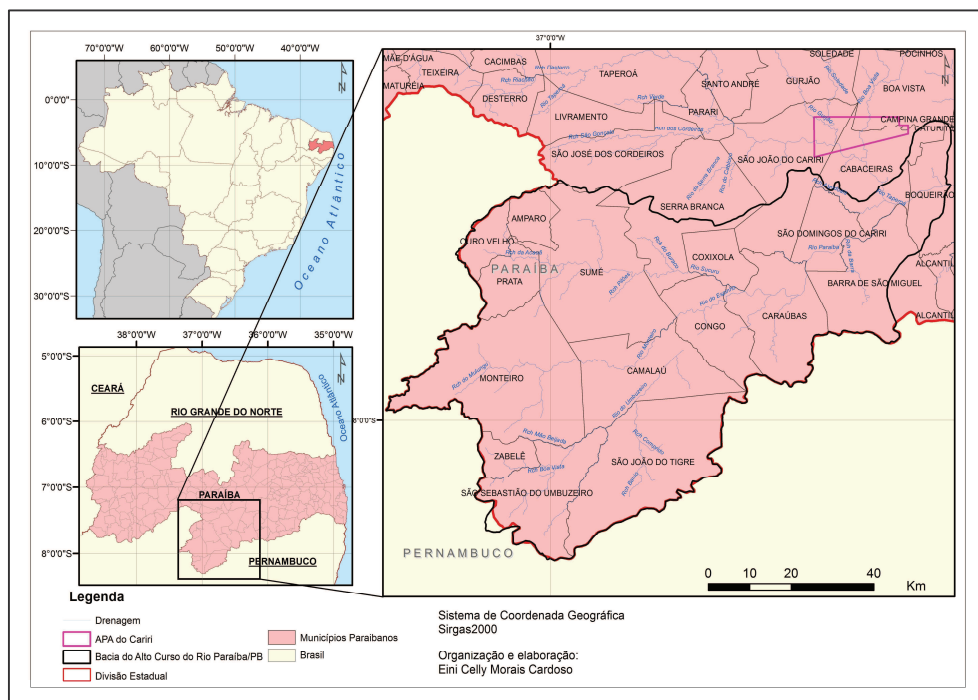
## **PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

### **Área de Estudo**

A pesquisa foi desenvolvida em dois recortes geográficos (Figura 1), o Alto Curso do Rio Paraíba/PB e APA do Cariri, os quais estão inseridos na região que compreende o Cariri Paraibano, localizada no centro-sul do estado, mais

especificamente na mesorregião do Planalto da Borborema, abrangendo cerca de 11.000 km<sup>2</sup>, o equivalente a 20% do território paraibano, a qual possui toda a sua drenagem contida na Bacia do Rio Paraíba.

Figura 1: Mapa de localização da área de estudo



Esta região compreende uma das extensões territoriais do Estado suscetível à desertificação, em razão do conjunto de suas paisagens apresentarem baixos índices pluviométricos, temperaturas médias elevadas, déficits hídricos acentuados, solos com limitações edáficas e uma vegetação rarefeita em função do processo do uso e ocupação do solo.

O Alto Curso do Rio Paraíba-PB faz parte da Bacia do Paraíba, sendo esta a principal artéria fluvial do estado da Paraíba, em decorrência da grande área que ocupa nessa porção do Brasil, totalizando 20.071,83 km<sup>2</sup>, o que corresponde a 34% do território em questão (PARAÍBA, 2001), onde estão inseridos 78 municípios e aproximadamente 1.800.000 habitantes.

Conforme o Plano Diretor do Rio Paraíba, o alto curso abrange uma área de 6.717,39 km<sup>2</sup>, o que perfaz 33,5% do conjunto das terras em destaque (PARAÍBA, 2001), onde estão localizados total ou parcialmente 21 municípios e três das maiores barragens existentes na Paraíba (Epitácio Pessoa, Cordeiro e Camalaú), características que atestam a sua relevância.

Quanto a APA do Cariri, esta representa uma unidade de conservação de abrangência do Rio Paraíba, a qual está localizada entre os municípios de Cabaceiras, Boa Vista e São João do Cariri. Criada pelo decreto nº 25.083, 08 de Junho de 2004, sua extensão territorial abrange uma área de aproximadamente

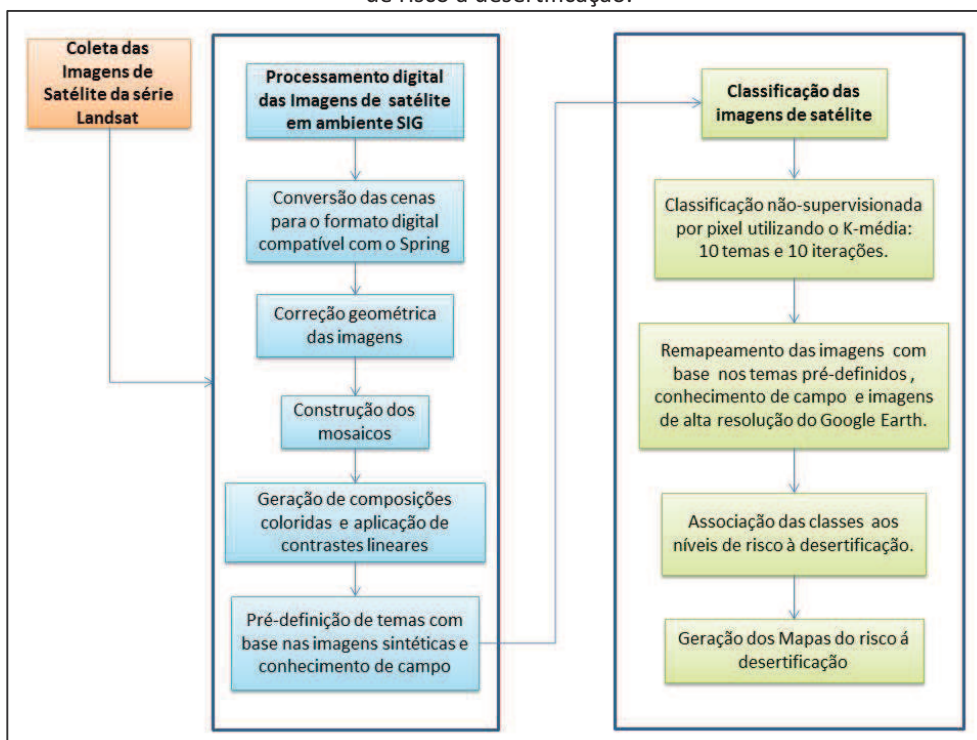
18.560 ha (dezoito mil quinhentos e sessenta hectares), sendo a segunda maior unidade de conservação entre as áreas protegidas pelo Estado da Paraíba, a qual abriga importantes remanescentes de caatinga, particularmente das áreas no entorno de lajedos.

### Construção do Mapeamento do Risco à Desertificação

A pesquisa foi realizada mediante três espaços de trabalho - o de gabinete, o de campo e o de laboratório. Em termos gerais, o espaço de gabinete representou o planejamento para o desenvolvimento de todas as atividades desenvolvidas, abrangendo desde a pesquisa bibliográfica, passando pela coleta de dados, até o preparo dos trabalhos de campo.

A coleta de dados em gabinete esteve voltada para subsidiar o mapeamento do risco à degradação no Alto Curso do Rio Paraíba/PB. Neste espaço, foram definidos os dados a serem coletados e os softwares, levando-se em consideração disponibilidade e benefícios. Os passos para a construção do mapeamento estão orientados pelo fluxograma representado pela Figura 2 a seguir.

Figura 2: Fluxograma da sequência metodológica percorrida para a construção dos mapas de risco à desertificação.



O primeiro passo para a construção deste mapeamento foi a busca por imagens orbitais, sendo priorizadas as imagens captadas pela série do programa Landsat (*Land Remote Sensing Satellite*) por se tratar do registro de imagens multiespectrais, pela facilidade no acesso, qualidade dos dados e por

corresponder a um programa com maior tempo de fornecimento contínuo de dados. Nesta seleção, levou-se em consideração a baixa cobertura de nuvens, a resolução espacial de 30 metros e a necessidade de selecionar imagens registradas próximas ao final da estação chuvosa da região, considerando que há uma boa diferenciação entre áreas com maior e menor cobertura vegetal, conforme afirma Souza (2008).

Como resultado dessa fase da pesquisa, foi possível coletar cenas dos dias 02/08/1989 e 29/07/2005 do sensor *ThematicMapper* (TM) do satélite Landsat-5, órbitas/ponto 215/65 e 215/66, disponíveis no *site* do Instituto de Pesquisas Espaciais do Brasil (INPE). Como imagem mais recente foi coletada a cena registrada em 04/08/2013, órbitas/ponto 215/65 e 215/66, provenientes do sensor *Operacional Land Imager* (OLI) do satélite Landsat-8, estando as mesmas disponíveis no *site* da *United States Geological Survey* (USGS).

Alguns dados no formato vetorial foram coletados, a exemplo da delimitação da bacia do Alto Curso do Rio Paraíba, a divisão municipal e rede de drenagem, todos disponibilizados no *site* da Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESA). Com relação à delimitação da APA do Cariri, a mesma foi fornecida pela Secretaria de Meio Ambiente do Estado da Paraíba.

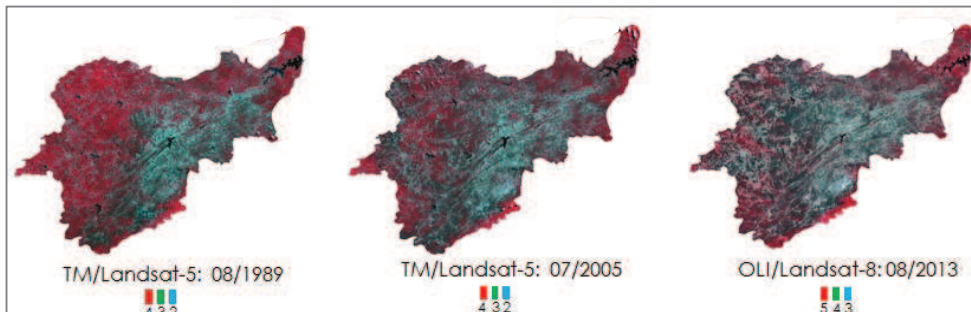
Após a coleta de dados em gabinete, na fase laboratorial, foi utilizado o Spring 5.3 para o desenvolvimento do processamento das imagens de satélites, a fim de facilitar a identificação e a extração de informações para a observação da evolução do uso dos solos na área de estudo.

Deste modo, o processamento digital foi iniciado reprojetoando as imagens do Landsat-8 do hemisfério Norte para o Sul, bem como a alteração da resolução radiométrica das imagens deste sensor, passando de 16 para 8 bits, com o objetivo de torná-las compatíveis com a resolução das imagens do Landsat-5. Em seguida, foram realizadas as correções geométricas das imagens do LandSat-5, de maneira a possibilitar a construção de mosaicos para representar a totalidade da área de estudo, visto que a mesma possui continuidade física em dois pares de imagens.

Após a construção dos mosaicos, estes foram recortados conforme a delimitação do Alto Curso do Rio Paraíba/PB e a partir de então, foram geradas composições coloridas (Figura 3), objetivando auxiliarem no mapeamento das classes pós-processo de classificação.



Figura 3: Representação das composições coloridas geradas por ano e as respectivas bandas utilizadas.



Conforme a ilustração da Figura 3, para as imagens TM-Landsat-5 de 1989 e 2005, foi gerada uma imagem sintética para cada ano, a partir da associação de filtros coloridos das cores azul, verde e vermelho aos canais 2,3 e 4. Na obtenção de resultados análogos às imagens do TM-Landsat-5, foram utilizadas as bandas 5,4 e 3 do OLI-Landsat-8, associadas as cores azul, verde e vermelho, conforme orientação de Santos (2013). Para facilitar a interpretação das imagens nas composições coloridas, foram aplicados contrastes lineares às mesmas.

O passo seguinte do processamento digital de imagens foi o de facilitar a identificação e a individualização dos principais elementos da paisagem no Alto Curso do Rio Paraíba, recorrendo-se às técnicas de classificação das imagens de satélite. Assim, o método de classificação automático das imagens multiespectrais utilizado foi o não-supervisionado, tendo em vista a grande extensão da área de estudo. A análise se deu por pixel, nas bandas 3,4 e 5 das imagens do sensor TM-Landsat-5 e 4,5 e 6 do sensor OLI-Landsat-8, sendo o K-Médias o classificador selecionado para fazer a distinção entre os alvos.

Antes da realização do processo de classificação, um conjunto de temas foi visualmente pré-definido, com base nas imagens sintéticas e no conhecimento de campo, com finalidade de avaliar a capacidade de distinção da classificação entre as principais coberturas da terra, como: solo exposto, corpos hídricos e vegetação.

Para que o classificador K-Médias do Spring efetuasse um bom desempenho na diferenciação dos alvos imageados nos recortes temporais utilizados, seguindo orientação apontada por Silva *et al.*(2013), foi definido um número maior de temas de entrada em relação as classes pré-definidas, totalizando 10 temas, com 10 interações.

A primeira a passar pelo processo de remapeamento foi à do ano de 2013, levando-se em consideração os temas pré-definidos e o comportamento espectral dos alvos nas imagens classificadas. Essa fase do trabalho foi subsidiada pelo conhecimento de campo e pela correspondência de pontos amostrais em imagens de alta resolução espacial do *Google Earth*, como ilustra a Figura 4 a seguir.



Figura 4: Representação do processo de remapeamento das classes com base em pontos amostrais em imagens de alta resolução espacial do *Google Earth*.



Como resultado do remapeamento para a imagem classificada de 2013, foi possível distinguir áreas com cobertura vegetal, de solo exposto e dos corpos hídricos. Com base nas técnicas de interpretação de imagens de satélite, a vegetação pôde ainda ser diferenciada em vegetação aberta, semiaberta, ou fechada, com base no aspecto de sua densidade.

Devido às condições geoambientais na qual a área de estudo está inserida e ao histórico das perturbações antrópicas exercidas nessa região, relatados por Souza (2008), o aspecto da densidade da cobertura vegetal foi utilizado como parâmetro biofísico para estimar os níveis de risco à desertificação, em função da degradação da vegetação exercer um papel fundamental na possibilidade do desencadeamento da desertificação. Porém, compreende-se que é necessário levar em consideração outros elementos no estudo da desertificação, como atesta o documento da Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação (CCD, 1995).

Assim, as áreas indicadas como solo exposto, vegetação aberta, vegetação semiaberta e vegetação fechada no processo de classificação, foram respectivamente associadas às nomenclaturas de risco à desertificação Muito Grave, Grave, Moderado e Baixo.

As cores foram utilizadas no mapeamento para ilustrar a intensidade do risco à desertificação, de maneira que, quanto maior o risco identificado, as tonalidades de cor bege foram empregadas, fazendo alusão a maior exposição do solo, e quanto menor o risco ao processo em questão, as tonalidades de cor verde foram empregadas para referenciar as áreas com maior densidade da vegetação.

Com relação às nuvens e suas respectivas sombras, foi possível individualizá-las por intermédio da edição matricial. Este mesmo procedimento também foi realizado para distinguir área urbana de solo exposto, levando-se em consideração a delimitação das áreas urbanas proposta pelo censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) de 2010. Essa delimitação foi utilizada tanto nas imagens de 2013, quanto para as dos anos de 1989 e 2005, tendo em vista a indisponibilidade da base cartográfica da década de 1980. Em decorrência

deste procedimento, a área urbana permaneceu invariável durante os anos analisados.

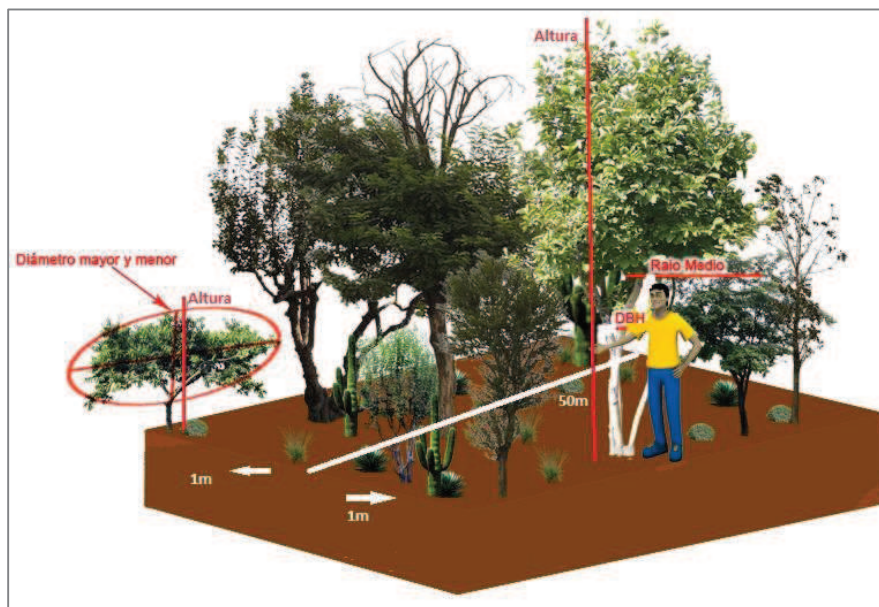
### Trabalhos de campo

Os trabalhos de campo foram realizados entre os anos 2014 e início de 2016, sendo desenvolvidos em paralelo aos trabalhos de gabinete, de maneira a subsidiar dois propósitos principais. O primeiro esteve fundado na necessidade de aproximação da pesquisa com o objeto de estudo, com vistas a compreender melhor o funcionamento das paisagens nos recortes estudados, bem como o de avaliar *in loco* os níveis de risco à desertificação propostos pelo trabalho.

O segundo propósito foi o de levantar dados referentes à diversidade e variedade dos estratos da vegetação para efeito de comparação entre uma área preservada e uma outra degradada, ambas na APA do Cariri, mais especificamente na propriedade Salambaia. Para tanto, levou-se em consideração que a caatinga é um bioma originalmente florestal, onde em situação de maior preservação dominaria o estrato arbóreo, ao passo que quanto menos presente esse estrato, mais degradada estaria a área analisada.

O método utilizado para o levantamento da vegetação na APA do Cariri foi o biogeográfico de Cámara & Díaz del Olmo (2004), denominado Método de Transecto Linear para Fanerófitos e Caméfitos – MTLFC. Esta consiste num censo de plantas lenhosas, dentro de um trecho linear de 2 metros de largura por 50 metros de comprimento, perfazendo uma área de 0,1 ha. Os indivíduos identificados e recenseados compreendem os que estão situados dentro da distância de 1m à direita e à esquerda da fita métrica, como didaticamente ilustra a Figura 5 a seguir.

Figura 5: Representação da proposta metodológica desenvolvida em campo.



Fonte: Lima (2012)

Embora outros dados pudessem ser obtidos através deste método de levantamento da vegetação, especificamente para esse trabalho foram priorizadas a identificação das espécies e a caracterização dos estratos dos indivíduos recenseados numa área preservada e outra degradada. O propósito deste levantamento se deu numa perspectiva de exemplificar algumas das possibilidades passíveis de serem encontradas em termos de diversidade e estrutura em ambientes com diferentes usos da terra.

Após a coleta dos dados em campo, os mesmos foram tratados em gabinete num aplicativo desenvolvido no programa *Excel* por Cámara & Díaz del Olmo (2004), o qual possibilitou a organização e a apresentação dos resultados apresentados por esta pesquisa.

## **RESULTADO E DISCUSSÕES**

Os fatores históricos que levaram a perda da diversidade da vegetação e biomassa no Cariri Paraibano foram considerados a partir do estudo do processo de desertificação desenvolvido por Souza (2008) para esta região. A pecuária bovina foi a primeira atividade econômica desenvolvida, a qual se instalou em meados do século XVII. Já a implantação da agricultura de subsistência teve origem como atividade subsidiária à pecuária, influenciando no processo de ocupação da região, de maneira que as várzeas dos rios foram os locais inicialmente prioritários para o desenvolvimento desta atividade, voltada principalmente à produção de gêneros alimentícios de ciclo curto, a exemplo do milho e do feijão. Como consequência, mudanças significativas nos padrões da caatinga ocorreram durante a implantação e desenvolvimento destas atividades, por utilizar-se de práticas insustentáveis ao ambiente, a exemplo das queimadas e desmatamento.

A produção do algodão também merece destaque na análise do uso e ocupação do solo na região, sobretudo entre o século XIX e metade do século XX, como afirma Souza (2008), período em que extensas áreas da caatinga foram afetadas por um uso mais intensivo, destinado principalmente para atender demandas do mercado externo. Sua acomodação e expansão foi dada rompendo-se o funcionamento das paisagens a partir da remoção da cobertura vegetal de extensas áreas através de corte e do fogo, de maneira que o uso sequencial destas práticas contribui para a intensificação dos processos erosivos, sobretudo nas áreas com maior disponibilidade de água, ocasionando, deste modo, a diminuição da produtividade natural da terra.

Muitas áreas com fertilidade naturalmente baixa, tendo sido somados ao modo de produção mais intensivo do algodão, ainda hoje apresentam dificuldades em se recompor e favorecer o desenvolvimento espontâneo da sucessão natural da vegetação, conhecidas popularmente na região como “terras fracas” (SOUZA, 2008).

A criação de ovinos e principalmente a de caprinos, vem ganhando elevada importância no desenvolvimento da pecuária na região, sobretudo por estes

animais apresentarem maior resistência às condições adversas da caatinga, chegando a superar a pecuária bovina a partir da década de 1980, assim como destaca Souza (2008). Contudo, apesar das vantagens econômicas oferecidas em relação a criação bovina, a forma como a caprinocultura vem se desenvolvendo na região – com base numa estrutura fundiária que desfavorece a capacidade de suporte da vegetação frente a uma dieta alimentar mais diversificada nas pastagens nativas em relação ao hábito alimentar dos bovinos – tem sido mais um elemento que contribui fortemente para o processo de degradação das terras do Cariri Paraibano.

O Estado, através de suas ações, teve papel fundamental neste processo de degradação, direta e indiretamente, devido ao financiamento de diversas intervenções territoriais de elevado impacto ambiental, incompatíveis com a capacidade de resiliência da caatinga, seja pela inoperância na fiscalização do cumprimento das leis ambientais, bem como por ainda não ter sido capaz de difundir de forma mais ampla uma série de práticas sustentáveis de uso dos solos, mesmo que muitas destas paradoxalmente tenham sido apoiadas financeiramente por órgãos governamentais (SOUZA et al, 2010).

Além das atividades agropastoris, o extrativismo é ainda muito forte na região, por ser o recurso madeireiro da caatinga ainda bastante utilizado como matriz energética, tanto para fins domésticos, quando para atender demandas econômicas, a exemplo do setor têxtil, olarias, cerâmico, siderúrgico, assim como aponta a investigação feita por Travassos (2012).

Esse conjunto de alterações na vegetação ocorridas ao longo do processo de ocupação do Cariri Paraibano, associado com períodos de estiagens, vem contribuindo para a diminuição da capacidade de recuperação das terras, afetando não só as condições de subsistência da população rural, mas também a parcela da população que vive nas cidades, pondo em risco a segurança alimentar, o acesso à água e a dinâmica econômica da região.

O processo de degradação ambiental no Cariri Paraibano em função das formas de apropriação dos recursos naturais, descritos anteriormente, deixaram marcas expressivas na cobertura vegetal no Cariri Paraibano, as quais podem ser identificadas por intermédio das imagens de satélite. Deste modo, foi possível cartografar os níveis de risco à desertificação no Alto Curso do Rio Paraíba/PB, a partir das imagens de satélite com base no aspecto biofísico da densidade da vegetação, como foi relatado anteriormente na metodologia.

Como resultado da classificação das imagens de satélite, foram gerados três mapas temáticos representando o risco à desertificação no Alto Curso do Rio Paraíba a partir dos recortes temporais de Agosto-1989 (Figura 6), Julho-2005 (Figura 7) e Agosto-2013 (Figura 8), os quais estão representados pelas ilustrações a seguir.

Figura 6: Mapa Temático do Risco à desertificação no Alto Curso do Rio Paraíba /PB no recorte temporal de 08/1989.

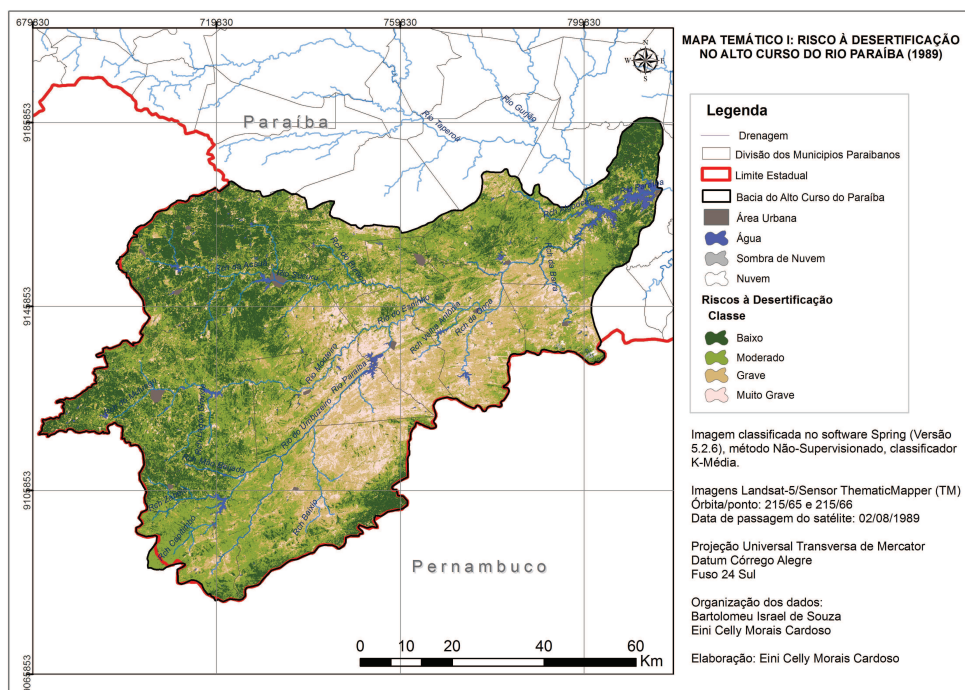


Figura 7: Mapa Temático do Risco à desertificação no Alto Curso do Rio Paraíba /PB no recorte temporal de 07/2005.

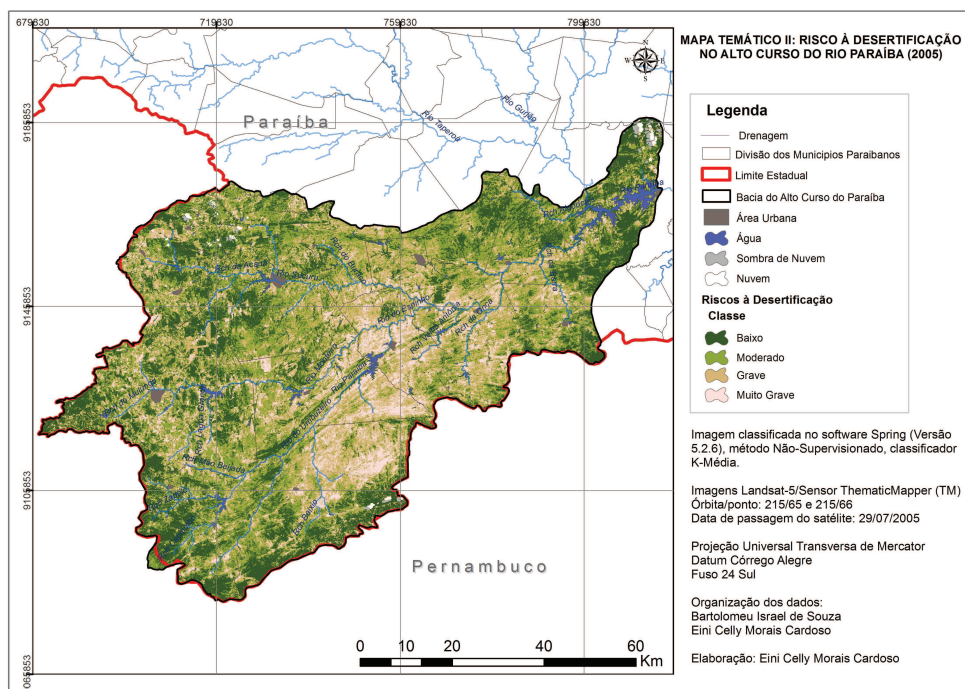
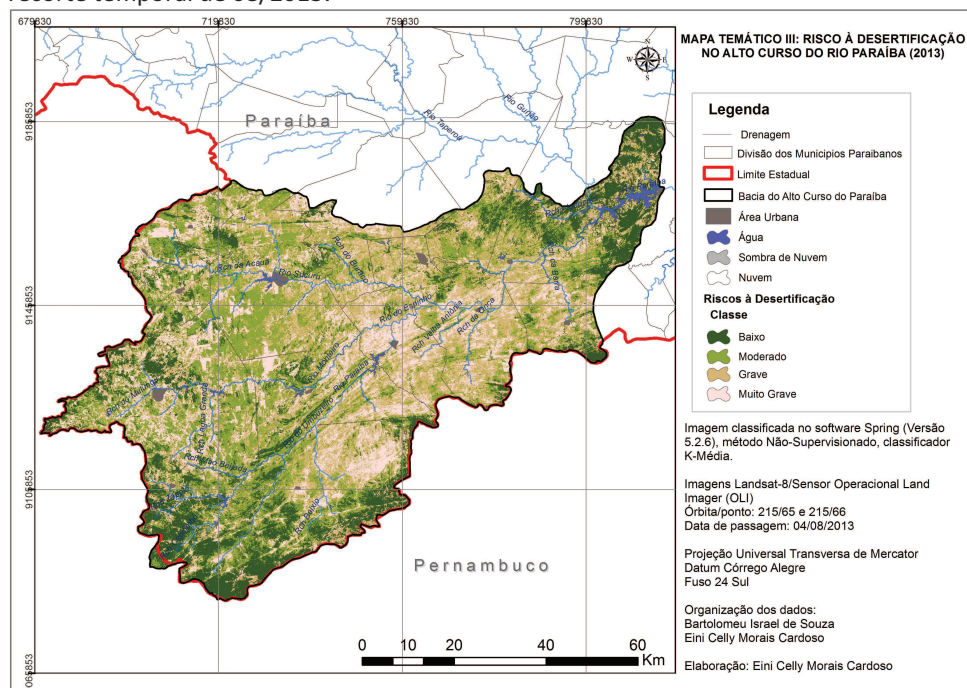




Figura 8: Mapa Temático do Risco à desertificação no Alto Curso do Rio Paraíba /PB no recorte temporal de 08/2013.



Por intermédio dos Mapas Temáticos representados pelas Figuras 6, 7 e 8 acima, percebe-se nitidamente uma estreita relação das características físicas dominantes nessas terras com o processo de ocupação e os distintos níveis de risco à desertificação. Neste sentido, nas três situações apresentadas em formas de mapas, a menor densidade da vegetação da caatinga encontra o seu mais expressivo correspondente espacial nas proximidades dos corpos hídricos, particularmente no entorno dos maiores rios da região, com destaque para o Rio Paraíba, além dos reservatórios de água.

Historicamente essas áreas favoreceram o desenvolvimento das práticas agropastoris, além da concentração populacional, inclusive das cidades, acarretando mudanças mais drásticas na vegetação originalmente presente. Os efeitos do uso intensivo e contínuo nestes espaços, somados a dinâmica das estiagens, vêm diminuindo a capacidade de recuperação espontânea da vegetação. A representação dessas áreas nos mapas temáticos está associada ao risco de desertificação grave e muito grave.

Observa-se nas três situações apresentadas, praticamente a inexistência de matas ciliares, as quais se mostram restritas a pequenos trechos dos rios e riachos, mas ainda sim, com grande probabilidade de haver um predomínio da Algaroba (*Prosopis juliflora*), espécie exótica que também contribui para a diminuição da presença de plantas nativas da caatinga, dada a agressividade com que se instala nos ambientes de várzea e se aproveita dos recursos hídricos (SOUZA,2008).

Observando-se o Mapa Temático I (Figura 6), referente ao Risco de Desertificação em Agosto de 1989, é nítido que o risco grave à muito grave, no Alto Curso do Rio Paraíba, possui uma extensão maior e mais homogênea no centro-sul da bacia. Somado ao relevo suave ondulado à ondulado, com a concentração nessas áreas das maiores várzeas no Alto Curso do Rio Paraíba e reservatórios de água, a exemplo de Campos e Cordeiro, tais condições propiciaram um uso mais intensivo, deflagrando consequentemente uma degradação maior na vegetação.

Em 2005 (Figura 7), passados dezesseis anos, o quadro da rarefação da vegetação permanece fortemente acentuado na porção centro-sul da bacia, característica similar observada também no ano de 2013 (Figura 8). Compreende-se que a dificuldade da vegetação para se recompor, como destacado anteriormente, tem relação direta com a combinação do uso intensivo do solo pelas atividades agropastoris com as variações de clima e tempo por quase 300 anos. Nestas áreas, o risco à desertificação também foi caracterizado como Grave e Muito Grave.

Comparando-se ainda os Mapas Temáticos dos anos de 1989 (Figura 6) e 2005 (Figura 7), o aumento da alteração na cobertura vegetal é ampliado na porção da bacia que compreende o Cariri Oriental, imprimindo um retalhamento mais expressivo na paisagem, fragmentando deste modo, áreas da caatinga antes mais contínuas.

Ao analisar o ano de 2005 (Figura 7), as formas regulares que denotam a fragmentação da vegetação e sua distribuição espaço, revelam não apenas a degradação desta, mas também a composição da malha fundiária atualmente predominante no Cariri Paraibano, a de um grande número de pequenas propriedades, o que denota uma pressão maior sobre os recursos naturais da região. Conforme levantamento feito por Souza (2008) em 2006 nos dados do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), em termos quantitativos, as pequenas propriedades são as que predominam no Cariri Paraibano (97,1%), sendo relevante também a área ocupada por estas, correspondendo a 46,1%.

As razões para uma mudança tão expressiva na cobertura vegetal entre 1989 e 2005, podem ter sido ocasionadas pela implantação de algum tipo de lavoura temporária (a exemplo de milho e feijão), pastagem para o gado (sobretudo caprinos e ovinos), extrativismo vegetal ou mesmo a combinação destas atividades, como é corriqueiro na região. Porém, a pesquisa desenvolvida por Travassos (2010) mostra um Cariri que exporta lenha para ser utilizada como matriz energética de baixo custo, principalmente para Campina Grande e para o Polo Gesso de Pernambuco, o qual é responsável este pela produção de 95% do gesso no Brasil.

Os números que revelam um aumento deste tipo de atividade no Cariri Paraibano é ainda, segundo Travassos (2010), bastante mascarado pela prática do comércio ilegal de lenha, tendo em vista que muito muito da madeira extraída ilegalmente não é computada pelos órgãos de proteção e fiscalização do meio ambiente. Entretanto, é possível extrair apontamentos significativos destes dados por ser



um dos caminhos para alertar sobre a perda da cobertura vegetal para a produção de lenha, assim como foi constatado por este pesquisador ao consultar os dados no Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA) referentes às décadas de 1990 à 2010.

Os dados estratificados por Travassos (2010), no Cariri Oriental e Ocidental, também revelaram que até 2002 o Cariri Oriental produzia mais lenha do que o ocidental, mas possivelmente, com a rarefação dos recursos florestais, a produção foi sendo diminuída e em contrapartida, aumentada na porção do Cariri Ocidental por possuir ainda maior potencial para a exploração vegetal.

Diante do exposto, o avanço do desmatamento no Auto Curso do Rio Paraíba/PB, observado também nas imagens de satélite do ano 2013 (Figura 8), sobretudo na porção oeste da Bacia, tem na prática indiscriminada do extrativismo vegetal um dos fatores fundamentais de perda de cobertura vegetal.

Um fato que chamou atenção nos trabalhos de campo, no início do ano de 2016, foi o depoimento de um morador da zona rural do Município Barra de São Miguel, que despretensiosamente mencionou que boa parte da lenha que sai da região, é encaminhada não só ao Polo Gesseiro de Pernambuco, mas também às lavanderias de tingimento de roupas nesse estado, a preço de R\$ 18,00 o metro cúbico da lenha. Esta observação feita em campo precisa ser melhor investigada, pois pode significar mais uma atividade econômica na região que se desenvolve a partir do consumo desmedido dos recursos florestais da caatinga na Paraíba.

Em 2013, o aspecto de retalhamento da vegetação é ainda maior e mais expressivo do que foi observado em 2005, indicando o avanço progressivo do desmatamento no Alto Curso do Rio Paraíba/PB, sobretudo na porção oeste da bacia. Este processo tem estreita ligação com o período prolongado de estiagem, que não só a região do Alto Curso do Rio Paraíba vem passando, mas o semiárido brasileiro como um todo, de maneira que muitos produtores rurais utilizam-se do comércio da lenha como uma renda complementar.

A situação na bacia como um todo em 2013 (Figura 8) apresentou um aspecto de deterioração da vegetação maior do que os outros recortes temporais analisados, tendo em vista que muito do quadro da degradação apontado no mapeamento foi dado em virtude do comportamento fenológico da caatinga frente a estiagem que o semiárido nordestino vem passando desde 2011, devido a forte atuação do fenômeno *El Niño*.

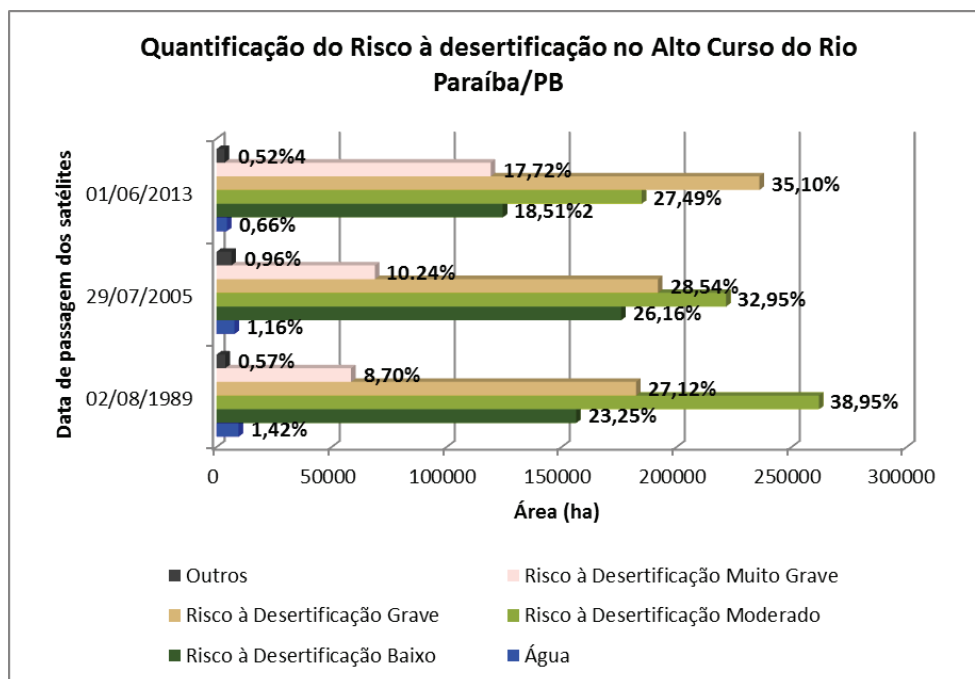
Como consequência, o sistema foliar da maioria das plantas da caatinga ao responder à períodos de estiagem com a queda das folhas, tem efeito direto na aparência deste alvo nas imagens de satélite, muitas vezes passando a serem confundidas com solo exposto (Risco Alto à Desertificação) ou com uma vegetação mais rarefeita (Risco Grave à Desertificação) no processo de classificação de imagens, mesmo nas situações em que a densidade desta é maior.

A solução adotada para subsidiar uma melhor interpretação do produto cartográfico gerado foi a realização de várias viagens à campo em períodos

distintos entre 2014 e início de 2016, aprofundando deste modo o conhecimento sobre a região.

Como resultado do mapeamento desenvolvido nesta pesquisa, os temas puderam ser quantificados por área ocupada no Alto Curso do Rio Paraíba/PB, os quais podem ser conferidos no Gráfico 1 a seguir.

Gráfico 1: Quantificação dos temas por área e recorte temporal.



Através do Gráfico 1, verifica-se a redução da área ocupada pelas classes “Água”, “Risco à Desertificação baixo” e “Risco a Desertificação Moderado”. Em contrapartida, neste intervalo de tempo, há um crescimento progressivo das áreas classificadas que denotam situação de degradação sobre o ambiente, representadas pelas classes “Risco a Desertificação Grave” e “Risco a Desertificação muito Grave”. Estas últimas apresentaram maiores extensões em 2013, comparando aos anos anteriores, em decorrência não só da crescente interferência antrópica sobre o meio, mas também devido ao quadro de estiagem prolongada desde de 2011, conforme já destacado anteriormente.

Com exceção a essa regra, tem-se o aumento da classe “Risco a Desertificação Baixo”, comparando-se os anos de 1989 e 2005. Apesar dessa constatação, acredita-se que esse fato ocorreu em função da resposta fenológica das plantas da caatinga a um período de prolongamento da estação chuvosa no ano de 2004, com repercussões até 2005, favorecido pelo fenômeno *La Niña*.

Essa observação deixa claro que os ambientes de caatinga são muito complexos do ponto de vista dos fenômenos atuantes, tanto os de ordem natural como

aqueles resultantes da interação destes com a atuação humana, o que faz com que toda análise deva ser feita com muito cuidado, para diminuir a possibilidade de ocorrência de erros, ainda que estes sejam sempre passíveis de acontecer.

Em meio a um quadro dominante de grande pressão sobre a vegetação da caatinga, ainda é possível encontrar remanescentes de uma vegetação mais preservada em algumas porções do Alto Curso do Rio Paraíba, a exemplo das áreas de serras e no entorno de afloramentos rochosos mais expressivos, denominados regionalmente de lajedos. Observa-se que foram as condições do meio – como por exemplo a rochosidade e a declividade do relevo – que dificultaram o desenvolvimento das atividades agropecuárias, que somada à insuficientes práticas extrativistas, mantiveram razoavelmente preservados algumas porções da caatinga arbórea nessa região.

A APA do Cariri é uma das porções territoriais do Cariri Paraibano que abriga uma riqueza florística que se diferencia, de modo geral, das áreas no entorno de lajedos. Para conhecer algumas particularidades da vegetação em duas situações distintas de uso e ocupação do solo na APA do Cariri, não reveladas pela perspectiva vertical das imagens de satélite, foram efetuados levantamentos de vegetação para analisar a diversidade vegetal e os estratos dominantes dos indivíduos presentes em uma área preservada e outra degradada.

O resultado da coleta destes aspectos estruturais importantes para o reconhecimento do nível de conservação dos remanescentes florestais pode ser conferido na Tabela 1 a seguir.

Tabela 1: Indivíduos vegetais por estrato em Área Preservada e Degradada.

Estratos	Área Degradada		Área Preservada	
	Quant. indivíduos	%	Quant. indivíduos	%
0 - 0,3 m (Herbáceo a Arbustivo)	2	0.8	20	4.6
>0,3 - 0,6 (Subarbustivo)	6	2.3	29	6.6
>0,6 - 1,5m (Arbustivo)	75	29.1	98	22.4
>1,5 - 3m (Arbustivo Alto)	164	63.6	98	22.4
>3 - 5m (Arbóreo Baixo)	11	4.3	87	19.9
>5 - 10m (Arbóreo Intermediário)	-	0.0	77	17.6
>10 -20m (Arbóreo Alto)	-	0.0	22	5.0
>20 m (Arbóreo Muito Alto)	-	0.0	7	1.6
<b>Total</b>	<b>258</b>	<b>100.00</b>	<b>438</b>	<b>100.00</b>

Os resultados da Tabela 1 mostram que na área degradada foram identificadas apenas 12 espécies num total de 258 indivíduos recenseados, sendo todas pioneiras da caatinga, denotando um elevado nível de degradação na área levantada.

Conforme Pereira (2012), a degradação da vegetação propicia às paisagens da caatinga, em termos de biodiversidade, a privação de várias espécies nos

ambientes antropizados, tendo em vista que os vegetais e animais menos resistentes às novas condições de degradação impostas pelo homem, contribuem para o desaparecimento e substituição por espécies mais adaptáveis ao quadro de alteração, criando-se um quadro de homogeneização biótica.

Quanto à caracterização dos estratos na área degradada, 32,2% dos indivíduos apresentaram-se com porte herbáceo e arbustivo; 63,6% com porte arbustivo alto e apenas 4,3% com porte arbóreo baixo. Destaca-se que a densidade das espécies levantadas nessa área apresentou-se muito baixa, com longos trechos sem vegetação, portanto, dominando áreas com solo exposto, conforme pode ser visualizado na Figura 10. Esses dados, associados à pequena diversidade, indicam alto nível de antropização e, portanto, grave risco à desertificação.

Figura 9: Ilustração do estrato arbustivo dominante e da densidade da vegetação na área degradada.



Fonte: Rony Lopes Lunguinho (Nov/2014)

Diferentemente do que foi registrada na área degradada, a área preservada, de acordo com os dados da Tabela 1, foram contabilizadas 58 espécies num total de 438 indivíduos levantados, o que representou um bom valor de riqueza em um trecho de vegetação com apenas 0,1 ha. Além do mais, nessa área foram encontradas espécies originárias não só da Caatinga, mas também de outros Biomas, a exemplo da Mata Atlântica, Cerrado e Floresta Amazônica, os quais requerem elevada umidade para se desenvolverem.

Esses resultados demonstram um pouco da complexidade vegetal existente nos poucos remanescentes preservados ainda observados no semiárido brasileiro, fazendo-se necessário a realização de mais pesquisas para compreender as razões que levam a esse quadro.



Ainda conforme os dados da Tabela 1 verifica-se que na área preservada 33,6% dos indivíduos recenseados foram caracterizados com porte herbáceo á arbustivo, típico de um ambiente em fase inicial de recuperação ambiental; 22,4% pertencem ao estrato arbustivo alto, típico de um ambiente com processo de recuperação ambiental avançado; finalmente, 44,1% das espécies levantadas apresentaram porte arbóreo baixo e arbóreo muito alto, caracterizando assim uma fitofisionomia florestal, típica de ambientes com nível de preservação elevado, conforme pode ser visualizado na Figura 10.

Figura 10: Ilustração do estrato dominante e da densidade da vegetação na Área preservada onde foi realizado o levantamento da vegetação.



Fonte: Acervo Próprio. Nov/2014

Destaca-se que mesmo nas partes da área preservada com domínio de estrato arbustivo, a elevada densidade das plantas é um fator que a torna constituinte de uma situação de baixo risco à desertificação, também levando em consideração que a sucessão ecológica se encontra, aparentemente, em franco progresso.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Mapeamento do Risco à Desertificação desenvolvido nesta pesquisa no Alto Curso do Rio Paraíba/PB constatou um aumento progressivo da degradação na vegetação entre as décadas de 1980 e 2010, em razão da instabilidade provocada pelas ações antrópicas sobre a vegetação, que somadas aos fatores físicos limitantes às práticas agropecuárias, vem potencializando o risco à desertificação.

Nessa relação de causa e efeito, é preciso levar em consideração a racionalidade econômica a qual esteve submetida esta região por aproximadamente 300 anos, a exemplo do cultivo do algodão e da criação bovina no passado e da caprinocultura e da extração de lenha no presente, que juntamente com algumas ações equivocadas desenvolvidas através das políticas públicas tidas como desenvolvimentistas, continuam a colaborar decisivamente na exploração dos recursos naturais do Cariri Paraibano.

A caatinga, assim como as outras florestas, representa um suporte fundamental, sobretudo para a parcela da população mais diretamente ligada a esta, por fornecer bens e serviços, as quais fazem parte de suas bases de sustentabilidade. Porém, o Alto Curso do Rio Paraíba, assim como boa parte do semiárido brasileiro, vem perdendo extensões consideráveis de sua cobertura vegetal e com esta os serviços ecossistêmicos, corroborada pelas atividades humanas e as formas de ocupação.

Nos períodos de estiagem, sobretudo as mais prolongadas, o comércio da lenha como atividade econômica complementar em muitas propriedades rurais na região tem sido uma prática comum que repercute negativamente sobre o potencial ecológico da área. Por estes recursos florestais não serem renovados na mesma velocidade das práticas destrutivas, a sua escassez representa um aumento do risco não só por deixar os solos mais vulneráveis às intempéries do tempo e do uso com as atividades agropecuárias, mas também por outras extensões serem incorporadas pelo processo de degradação, generalizando-se de tal modo em que a desertificação poderá ampliar também suas áreas.

Com as novas condições ecológicas construídas pelas interferências antrópicas ao longo do processo de ocupação deste recorte fisiogeográfico, as limitações para o restabelecimento natural da vegetação nas áreas degradadas são ainda maiores, privando, desta forma, as espécies menos resistentes às novas condições, resultando no quadro de homogeneização biótica, tão característico nas paisagens desta região.

Por intermédio desta pesquisa, sobretudo pelos trabalhos de campo realizados, foi possível verificar que os remanescentes de uma caatinga menos atropizada são minorias no contexto geral das paisagens no Alto Curso do Rio Paraíba. Nos levantamentos fitossociológicos realizados na APA do Cariri, foram observados na unidade amostral da área preservada, alta diversidade da vegetação, grande variedade de espécies e o predomínio do porte arbóreo, características estas incomuns diante do quadro de devastação da caatinga na região.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRASIL, Pan. **Programa de ação nacional de combate à desertificação e mitigação dos efeitos da seca**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. Secretaria dos Recursos Hídricos, 2004, p.1-43.
- CÁMARA, R.& DÍAZ DEL OLMO, F. **Directrices y Gestión para la Conservación y Desarrollo Integral de un Humedal Centroamericano: Golfo de Montijo (Litoral del Pacífico, Panamá)**. Panamá: Embajada de España en Panamá, 2004.
- CCD. **Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação**. Tradução: Delegação de Portugal. Lisboa: Instituto de Promoção Ambiental, 1995.
- DAGNINO, R.S; CARPI JUNIOR, Salvador. **Risco Ambiental: Conceitos e Aplicações**. **Revista Climatologia e Estudos da Paisagem**. Rio Claro - vol. 2 - n.2, p.50-87, jul/dez. 2007.
- GOMES, R.D; VITTE, A.C. **A Geografia Física e o Objeto Complexo: Algumas Flexibilizações do Processual**. *Revista Geosul*, v.26, n.50. 2010.
- HARE, F.K; WARREN, A.; MAIZELS, J.K; KATES, R.W; JOHNSON, D. L; HARING, K.J; GARDUÑO, M.A. [Tradutor: Henrique de Barros e Ário Lobo de Azevedo]. **Desertificação: causas e consequências**. Lisboa (Portugal): Fundação Galouste Gulbenjian, 1992, p.14 - 43.
- LIMA, VALÉRIA RAQUEL PORTO DE. **Caracterización biogeografía del bioma Caatinga en el sector semiárido de la Cuenca del Río Paraíba – Nordeste de Brasil: Propuesta de ordenación y gestión de un medio semiárido tropical**. Universidad de Sevilla – ES.
- MAIA, GERDA NICKEL. **Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades**. 2ª ed. – Fortaleza, 2012.
- OLIVEIRA FILHO, A.T; JARENKOV, J.A; RODAL, M.J.N **Floristic relationships of seasonally dry forest of eastern South American based on tree species distribution pattern**. En
- PARAÍBA. Proágua Semi-árido. **Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba**. João Pessoa: Governo do Estado da Paraíba/SEMARH, 2001.
- PEREIRA, K.F.R. **Efeitos das perturbações antrópicas sobre populações de Eufhorbiaceae em áreas de caatinga, nordeste do Brasil**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal - UFPE, Recife, 2012.
- PENNINGTON, R.T; PRADO, D.A.; RODAL, M.J.N **Floristic relationships of seasonally dry forest of eastern South America based on tree species distribution pattern**. En
- PRADO, D.E. **Seasonally dry forest of tropical South America: From forgotten ecosystems to new phytogeographic unit**. *Edinburgo (UK): j.Bot.*, v.57, 2000, p.437-461.



SAMPAIO, E.V.S.B; ARAÚJO, M.S; SAMPAIO, Y.S. B. **Impactos Ambientais da Agricultura no Processo de Desertificação no Nordeste do Brasil**. In: XXX Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 2005, Recife. p.90-112.

SANTOS, J. **Processamento Digital. Geoteconologias e software livre. ARCGIS: Rescale em Batch, composição colorida RGB e fusão de imagens Landsat-8**. Agosto de 2013.

SILVA, P. B. A; VALÉRIO, L. P; SANTOS, T. B; ALCÂNTARA, E. H; STECH, J. L. **Análise de classificadores para mapeamento de uso e cobertura do solo**. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR, Anais. Foz do Iguaçu: INPE, 2013.

SOUZA, B. I. **Cariri Paraibano: do silêncio do lugar à desertificação**. Tese (Doutorado). Porto Alegre: UFRGS/Programa de Pós-Graduação em Geografia, 2008.

SOUZA, B. I.; SUERTEGARAY, D. M. A.; LIMA, E. R. V. **Políticas Públicas, uso do solo e desertificação nos Cariris Velhos (PB/Brasil)**. Scripta Nova, vol. XIV, n. 311, 10 de enero de 2010. Disponível em: <http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-311.htm>.

**SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling"** Camara G, Souza RCM, Freitas UM, Garrido J Computers & Graphics, 20: (3) 395-403, May-Jun 1996.

TRAVASSOS, Ibrain Soares. "Florestas Brancas" do Semiárido nordestino: desmatamento e desertificação no cariri paraibano. Dissertação (Mestrado). João Pessoa, Maio de 2012.

VEYRET, Yvette. Introdução In: VEYRET, Yvette (Org.);[Tradutor: Dilson Ferreira da Cruz]. **Os Riscos: O homem como agressor e vítima do meio ambiente**. - São Paulo: Contexto.